



# **Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång**

**Peter Christoffersson  
Patrik Jonsson**

**Arbetsrapport 18 1997**

<b>1. INLEDNING</b>	<b>3</b>
<b>2. INVENTERINGSMETOD</b>	<b>3</b>
<b>3. ARBETSGÅNG VID INVENTERING</b>	<b>4</b>
<i>3.1 Inventeringsutrustning</i>	<i>4</i>
<i>3.2 Arbetsgång och insamlade variabler</i>	<i>5</i>
<i>3.3 Gränsytor och spegling</i>	<i>9</i>
<b>4. PRESTATION</b>	<b>9</b>
<i>4.1 Prestation per arbetsmoment</i>	<i>12</i>
<i>4.2 Prestationshöjande åtgärder</i>	<i>14</i>
<b>5. PROBLEM OCH FÖRESLAGNA FÖRBÄTTRINGAR</b>	<b>15</b>
<i>5.1 Dator</i>	<i>15</i>
<i>5.2 Data program</i>	<i>16</i>
<i>5.3 GPS och RDS</i>	<i>17</i>
<i>5.4 Ryggsäck</i>	<i>18</i>
<i>5.5 Magplatta/datorplatta</i>	<i>19</i>
<i>5.6 Klave</i>	<i>19</i>
<i>5.7 Höjdmätare</i>	<i>19</i>
<i>5.8 Övrigt</i>	<i>20</i>
<b>6. DISKUSSION</b>	<b>20</b>
<b>7. LITTERATUR</b>	<b>22</b>

## **FÖRORD**

Vi vill tacka MoDo Skog AB, AssiDomän Skog & Trä AB, Thomas Thuresson, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik vid SLU, Peter Holmgren, Institutionen för skoglig marklära vid SLU och Peder Wikström, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik vid SLU för stöd och hjälp under inventeringsarbetet

## 1. INLEDNING

Sommaren 1996 utfördes en "avdelningsfri inventering" (förklaras nedan) i samband med MoDo Skog AB:s nyindelning på Robertsforsregionen. Det inventerade området ligger inom Vindelns distrikt i trakten av Brattåker. Arbetsgivare för förätningsmännen och tillika markvärdar har MoDo Skog AB varit.

Inventeringsutrustning har tillhandahållits av AssiDomän Skog & Trä AB samt Institutionen för Resurshushållning och Geomatik vid SLU.

Arbetet har utförts av jägmästarestudenterna Patrik Jonsson och Peter Christoffersson. Handledare har varit SkogDr. Tomas Thuresson vid Institutionen för Resurshushållning och Geomatik, SLU.

## 2. INVENTERINGSMETOD

Inventeringen har syftat till att samla data och testa arbetsform vid datainsamling för avdelningsfritt skogsbruk. Det avdelningsfria skogsbruket går ut på att skogen beskrivs kontinuerligt utan att fixera indelningen i avdelningar. Åtgärdsområden eller hänsynsområden kan därför väljas i efterhand utifrån de förutsättningar som råder för tillfället. Se vidare Thuresson (1995) eller Holmgren och Thuresson (1995).

Inventeringen följer på Indelningspaketets basmetod varför systematiskt utlagda provytor har använts. Skogsmarken har utifrån satellitbilder förtolkats och indelats i fem stratum. Ett kvadratisk gitter av provytor har därefter slumpmässigt lagts ut med specifikt förband i olika stratum. I gammal skog med 125 m mellan ytorna och på kalmare ca 325 m. För att bättre fånga upp den spatiala variationen i skogen har för var åttonde yta en satellityta utlagts på 25 - 75 m avstånd från huvudytan. Den geostatistiska metoden Kriging kan därför användas på ett bra sätt för att skatta olika variabler i ej uppmätta områden. Satellitytan mäts på samma sätt som övriga ytor. Varje yta koordinatsätts med hjälp av GPS för att fjärranalysdata skall kunna

användas vid skattningar. Utifrån inventeringsmaterialet kan därför en kombinationsskattning göras, med hjälp av markdata och fjärranalysdata. Varje pixel i det använda bildmaterialet utgör således en beskrivningsenhet.

Mätningar har i stort följt de instruktioner som gäller för Indelningspaketets basmetod samt de muntliga och skriftliga direktiv Thuresson givit för övriga variabler.

Naturvärdesbedömning har skett utifrån MoDo:s instruktioner för nyckelbiotops- och naturvärdesinventering.

### **3. Arbetsgång vid inventering**

#### ***3.1 Inventeringsutrustning***

I förättningsmannens utrustning ingår följande:

- Fältdator
- Differentiell GPS (DGPS) utrustning
- Ryggsäck
- Dataklave
- Transponder för avståndsmätning med stativ
- Höjdmätare med transponder
- Tillväxtborr
- Jordsond
- Kompass
- Boniteringshäfte
- Vinkeljärn
- Trästickor
- Kodlista

### ***3.2 Arbetsgång och insamlade variabler***

I den fältdator av penndator-typ finns ett ortofoto inscannad med provytorna utmärkta. I en MapInfoapplikation markeras med pennan den yta som ska uppsökas. Ytan får en svart fyrkant omkring sig på skärmen. Inventerarens position, som kontinuerligt ges av DGPS utrustningen, visas på skärmen som en vit rund ring. Därefter söker sig inventeraren fram mot provytan med hjälp av positionsangivelsen på skärmen. Det är således ej nödvändigt att gå spikrakt längs kompasskurs för att nå ytan utan den lättaste vägen kan väljas. När man är i omedelbar närhet av ytan tas ryggsäcken av och ställs på marken. Bäring och avstånd från ryggsäcken till provytecentrum ges. Därefter startas insamlingen av koordinater från satelliterna för att den inmätta provytans position ska kunna fastställas. Mätning till provytecentrum sker med måttband och kompass. Ytcentrum markeras med en trästicka och ett vinkeljärn som trampas ner i marken. Trästickan markeras med ytidentitet för eventuell kontrolltaxering och vinkeljärnet används för att möjliggöra uppföljning på sikt.

Insamlandet av ytvariabler sker enligt indelningspaketets basmetod. Vid klavning ges tall trädslagskoden 1, gran 2, björk 3, asp 4, övrigt löv 5, contortatall 6, trädbukett 7 och torrträd 8. I de fall provytan är en klavyta sker uttagning av ÖH-träd, klavning av ytan (diameter och avstånd till ytcentrum registreras) och mätning av provträd under det att DGPS-positioner samlas i datorn.

Med hjälp av den inbyggda slumpgeneratoren kan dataklaven hantera provträdsuttagning. Klaven beräknar ett tal enligt formeln:

$$A = K * (d^2/D^2)$$

$$K = 2$$

d = uppmätt diameter

$$D = 200$$

Dataklaven jämför sedan A med ett slumptal mellan 0 och 99. Är A större än slumptalet så indikerar klaven att det inmätta trädet är ett provträd. Parametrarna D och K anges för trädslagen 1,2 och 3. Trädslagen 4-8 har D och K-parametrarna gemensamt.

Innan man åter tar på sig ryggsäcken avslutas positionsinsamlandet om resultatet är nöjaktigt. Förättningsman 1 har avslutat insamlandet då minst 4 positioner erhållits och förättningsman 2 krävt 10 satellitobservationer och 10 m i standardavvikelse under 10 minuter. Uppfylls ej detta fortsätter insamlandet. Efter en insamlingstid på 15-20 minuter krävs minst 5 observationer. Efter 20 minuter krävs 3 positioner.

Med ryggsäcken på sig byter man från MapInfoapplikationen till datainsamlingsprogrammet *Fritax*. Där registreras en mängd variabler i följande ordning:

- Provytans ID-nummer
- impedimentsandel i procent av provytan
- gränsyta eller ej
- klavträdens diameter och avstånd till ytcentrum överförs till fältdatorn från klaven

För provträden registreras följande variabler:

- trädslag
- diameter
- höjd
- brösthöjdsålder
- kvalitet för gran eller tall på rotstocken
- slumpträd eller övre höjdsträd

Vidare registreras för provytan:

- grundtytevägd medelålder i brösthöjd
- likåldrighetsklass indelat i *Mycket likåldrigt*, *Likåldrigt* eller *Olikåldrigt*.
- gallringshistorik indelat i *Ogallrat*, *Nygallrat inom 5 år* eller *Gammal gallring*.
- Markslag uppdelat på *Fastmark* eller *Torvmark*.
- Fuktighetsklass
- Vegetationstyp uppdelat på *Ört*, *Gräs*, *Ris* eller *Lav*.
- Grundtytevägd medelkvalitet för gran eller tall.
- Bonitet med ståndortsegenskaper och för övre höjdsmetoden eller interceptmetoden.

Om provytan är en plantyta registreras följande variabler:

- Impedimentsandel i procent av plantytan
- Antal huvudplantor som fattas
- Avstånd från ytcentrum till närmsta huvudplanta
- Trädslag och höjd för varje huvudplanta och ett trädslagsvis medeltal för biplantor
- Föryngringsförslag uppdelat i; *föryngring avslutad*, *plantera tall*, *plantera gran*, *plantera contorta* eller *självföryngring*.
- Røjningsförslag uppdelat i; *ingen åtgärd*, *ungskogsrøjning*, *löv røjning* eller *enkelställning*.
- Røjningstidpunkt uppdelat i; *genast*, *om < 6 år* eller *om > 5 år*.



Dessutom registreras följande variabler för alla ytor:

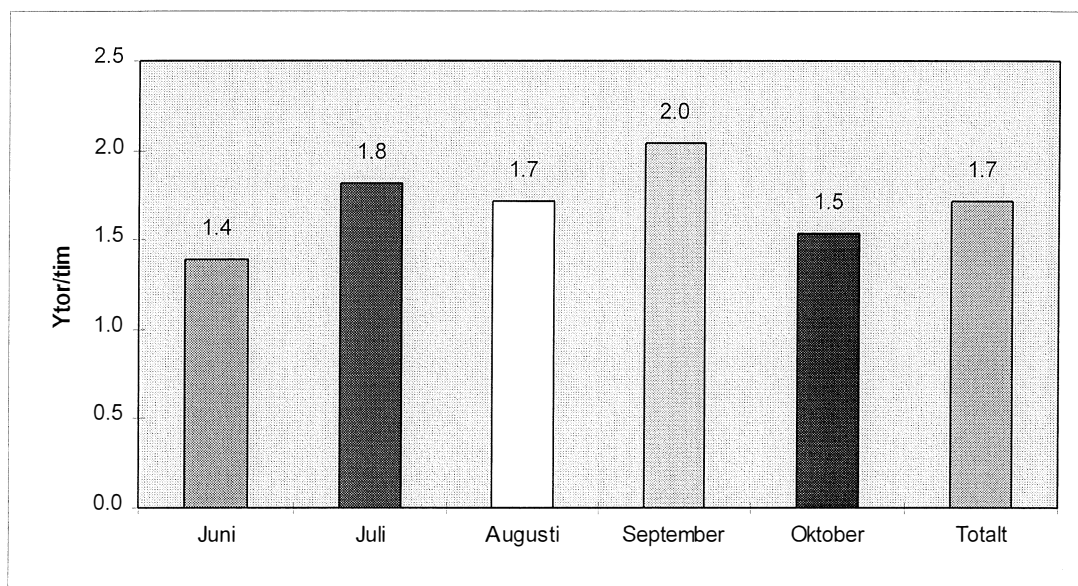
- Om ytan är utsatt för följande åtgärder noteras detta samt tidpunkt för åtgärden; markberedning, röjning, gallring, övrig avverkning samt dikning
- Om följande företeelser förekommer på provytan noteras detta; dike, väg, grusgrop el dyl, övrigt som innefattar t.ex. stigar.
- Den projicerade täckningen av följande vegetationselement noteras i procent av provytan; *lavar, sumpmossor, örter, gräs, starr-fräken, blåbär, lingon, kråkbär-ljung och fattigris*.
- ASIO-klass
- Provytans exposition uppdelat i; *kulle, svacka* och *sluttning* med väderstreck.
- Provytans status ur produktionssynpunkt uppdelat i; *produktionsskog, naturvärden* och *nyckelbiotop*.
- Kronutglesning i procent för gran.
- Jordart.
- Grundförhållande.
- Ytstruktur.
- Lutning.
- Åtgärdsangelägenhetsgrad 1-10, där 10 representerar den högsta graden av angelägenhet, för slutavverkning, gallring och röjning.
- Extra anteckningar för typ av nyckelbiotop, naturvärde eller övriga noteringar som tekniskt/ekonomiskt impediment, viltskador etc. Dessa noteringar kan även innefatta företeelser som ej nödvändigtvis finns på provytan utan i dess närhet.

### ***3.3 Gränsytor och spegling***

I de fall hela eller del av provytan hamnar utanför tilldelat stratum, på tydlig stratumgräns, väg, impediment eller annan fastighet görs en spegling. Provytan noteras då i Fritax som gränsyta. I denna inventering har spegling tillämpats på följande sätt: I de fall som provytecentrum hamnar helt eller delvis utanför rätt stratum mätes den del av provytan som finns inom rätt stratum. Därefter mäts det vinkelrätta avståndet till stratumgränsen från provytanscentrum. Spegelytans centrum läggs sedan på samma avstånd från gränsen i rätt stratum vinkelrätt från stratumgränsen. Därefter mäts den del av spegelytan som är inom rätt stratum. Härav följer att i de fall provytecentrum hamnar mitt på en gräns mäts den halva som är på rätt sida dubbelt. Avstånd och bäring mellan provytan och spegelytan noteras för att spegelytans position ska kunna rekonstrueras.

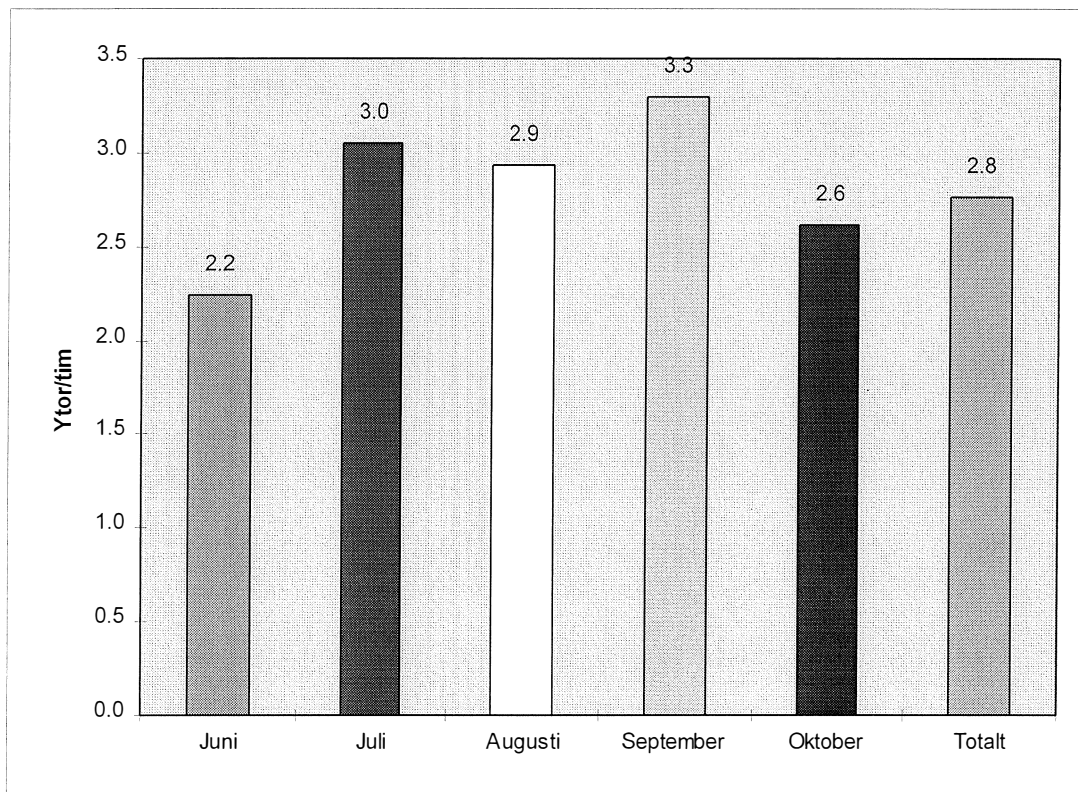
## **4. Prestation**

Förättningsmännen har inventerat 2446 provytor på 1427 timmar. Den månatliga och totala prestationen, räknat i ytor/timme, inklusive utbildningstid, felsökning och problemlösning samt övrigt arbete med projektet redovisas i diagram 1.



*Diagram 1. Månatlig och total prestation i ytor/timme, inklusive utbildningstid, felsökning samt problemlösning och övrigt arbete.*

Den uppskattade månatliga och totala prestationen, räknat i ytor/timme, för effektivt inventeringsarbete inklusive dagligt för- och efterarbete, såsom överföring av data till stationär dator samt planering av inventeringsarbetet med översyn och komplettering av utrustning, redovisas i diagram 2.



*Diagram 2. Uppskattad månatlig och total prestation i ytor/timme, effektivt inventeringsarbete inklusive dagligt för- och efterarbete, såsom överföring av data till stationär dator samt planering av inventeringsarbetet med översyn och komplettering av utrustning.*

Av den totala arbetsinsatsen har således ca 40% åtgått till utbildning, felsökning och problemlösning samt övrigt arbete. Det kan noteras att prestationen stiger snabbt efter en inkörningsperiod och därefter håller sig på en någorlunda jämn nivå. Att prestationen sjönk i oktober torde bero på sämre väderförhållanden vilket gör att utrustningen fungerar långsammare.

#### 4.1 Prestation per arbetsmoment

Arbetsmomenten för klavytor är uppdelade enligt följande:

- *Klavning*: Klavning av träden på ytan inklusive notering av diameter för prov- och ÖH-träd.
- *Gångtid*: Innefattar tiden mellan dess att datainmatningen för en provyta är avslutad och nästa provyta som ska uppsökas är markerad och loggningen av positioner för den nya provytan är påbörjad.
- *Provträd*: Mätning av prov- och ÖH-träd på provytan.
- *Datorarbete*: Inmatning av data i Fritax, arbete med MapInfo-applikationen och GPS-programmet.
- *Övrigt*: Bedömning och uppskattning av ytdata.

En uppskattning av arbetsmomentfördelningen för arbetet med klavytor redovisas i diagram 3 nedan.

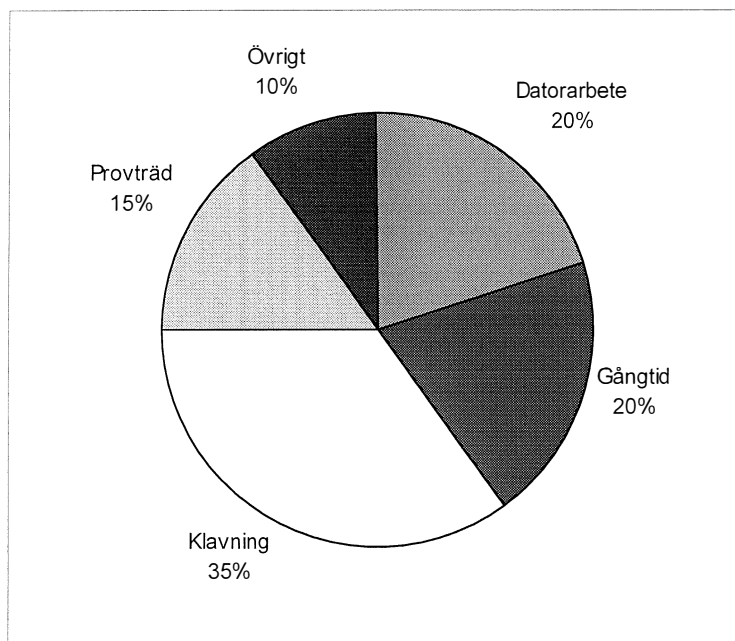


Diagram 3. Arbetsmomentfördelning i procent för klavytor.

Arbetsmomenten för plantytor är uppdelade enligt följande:

- *Planträkning*: Räkning, mätning och inmatning i Fritax av plantdata.
- *Gångtid*: Innefattar tiden mellan dess att datainmatningen för en provyta är avslutad och nästa provyta som ska uppsökas är markerad och loggningen av positioner för den nya provytan är påbörjad.
- *Provträd*: Mätning av prov- och ÖH-träd på provytan.
- *Datorarbete*: Inmatning av data, förutom plantdata, i Fritax, arbete med MapInfo-applikationen och GPS-programmet.
- *Övrigt*: Bedömning och uppskattning av ytdata.

En uppskattning av arbetsmomentsfördelningen för plantytor redovisas i diagram 4.

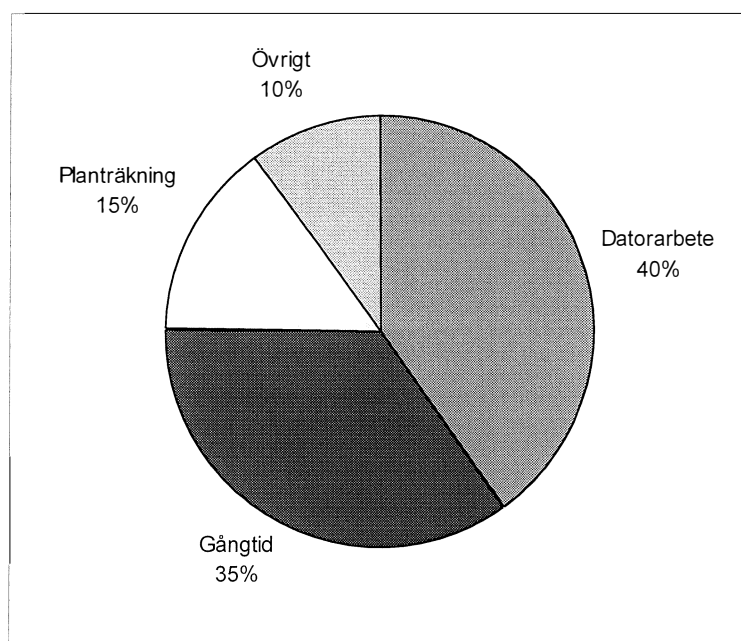


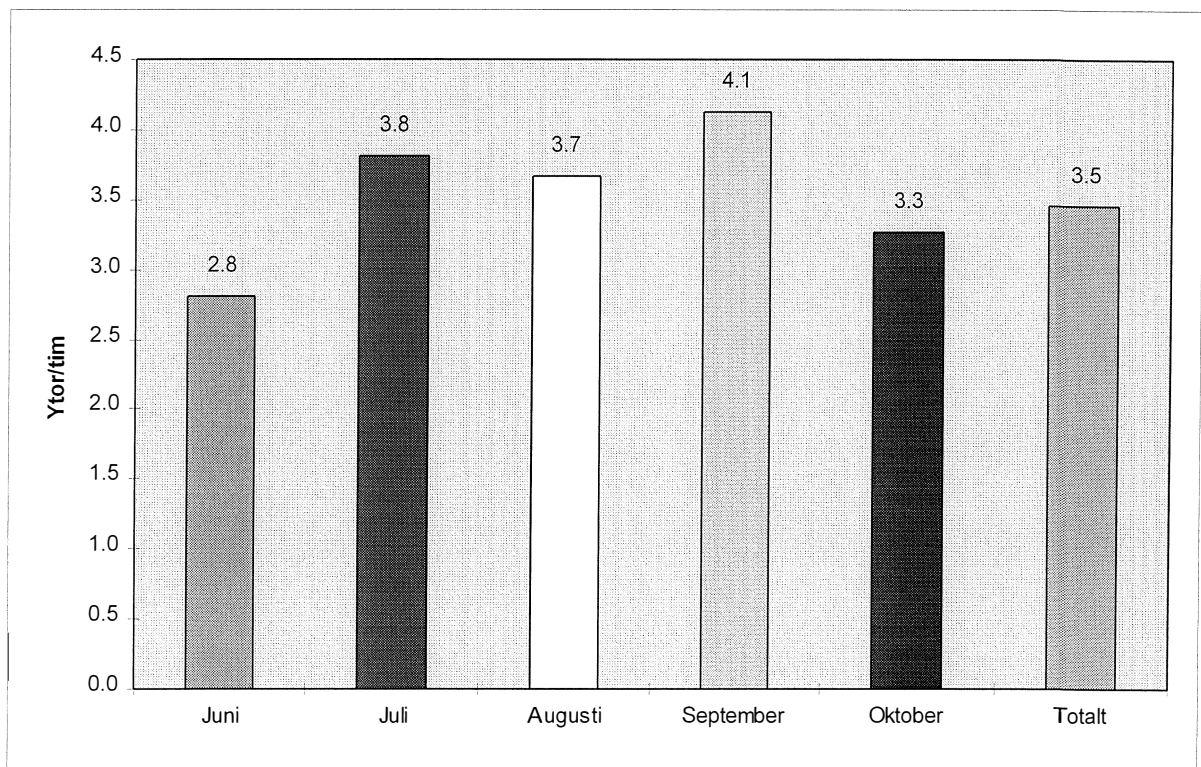
Diagram 4. Arbetsmomentfördelning i procent för plantytor.

## 4.2 Prestationshöjande åtgärder

De åtgärder som mest skulle höja prestationen är:

- Klavning utan avståndsmätning: Att mäta avståndet mellan varje träd och ytcentrum gör att tiden per träd, exklusive gångtid, fördubblas. Om avståndet ska mätas bör det registreras först. Då kan man mäta avståndet, registrera detta om trädet är inom ytradien, och därefter registrera trädets diameter. Under sommarens inventering har diametern registrerats först vilket innebär att först måste man för gränsträd kontrollera avståndet, sedan registrera diametern och därefter registrera avståndet. Tidsminskningen per yta för denna åtgärd är uppskattad till 34%.
- Driftssäkrare GPS: Tiden för att logga och förflytta sig mellan provytor minskar med bättre GPS. Tidsminskningen per yta för denna åtgärd är uppskattad till 12%. Önskvärt vore om det i förhand gick att predicera var det är dålig respektive bra GPS-kontakt.
- Dataprogram anpassade för uppgiften. Både MapInfoapplikationen och Fritax är i vissa avseenden svårarbetade, alla funktioner måste gå att använda både med och utan penna dessutom är ordningsföljden för vissa moment ologiska, se vidare kapitel 5.2. Tidsminskningen per yta för denna åtgärd är uppskattad till 26%.

Den totala tidsminskningen per yta blir 19%. Den totala prestationshöjningen, från uppskattad effektiv prestation, blir då 25%. Den uppskattade månatliga och totala prestationen, effektivt inventeringsarbete, efter prestationshöjande åtgärder redovisas i diagram 5.



*Uppskattad månatlig och total prestation i ytor/timme, effektivt inventeringsarbete, efter prestationshöjande åtgärder.*

## **5. PROBLEM OCH FÖRESLAGNA FÖRBÄTTRINGAR**

Sammanfattningsvis har utrustningen överlag fungerat bra under arbetet med tanke på att vissa komponenter inte använts tidigare. Naturligtvis har det förekommit fel, stora som små, vilka redovisas för respektive instrument nedan.

### **5.1 Dator**

Husky FC/486 (25Mhz och 50Mhz) penndator har använts. Denna fältdator är mycket stryktålig och fungerar bra så länge det inte regnar allt för mycket. Den fungerar som en vanlig PC och arbetar i Windows miljö. Eftersom datorn saknar en vanlig hårddisk



är den okänslig för stötar och slag. Vid regn fungerar tangentbordet sämre på en av datorerna, tangenter måste nedtryckas ett flertal gånger innan datorn reagerar. Mellan tangenterna kan skräp (barr etc) fastna vilket leder till att tangenterna antingen hakar upp sig eller blir svåra att trycka ned. Ett tätare tangentbord vore därför önskvärt. Båda datorerna tar in vatten under skärmens ytskikt vid långvarigt regn vilket troligen beror på ett fabrikationsfel, eventuellt kan ytskiktet tas bort varvid fukten skulle torka bort snabbare. Fukt under skärmen leder till svårigheter att läsa och skriva in data samt att tolka den inscannade kartan. Det batteri som driver datorn räcker till en normal arbetsdag, men vid arbete mer än 8 timmar behövs ett extra batteri.

I stället för en mus är datorn utrustad med en penna. Denna penna fungerar bra så länge det är torrt på skärmen och så länge skrivstift och batterier är i ordning. Vid regn slutar den så småningom att fungera. Det är främst vid skrivstiftets infästning som vatten sugts upp kapillärt. En helt vattentät penna är kanske svår att tillverka men någon typ av skyddshuv borde kunna konstrueras. Själv har vi provat olika typer av plastpåsar runt pennan, men pennans känslighet mot skärmen minskar då alltför mycket. Under arbetets gång har snabbkomandon och tangenter alltmer tagit över pennans roll pga den tidsvinst som kan göras i vissa moment med tanke på pennans begränsningar. Skulle programen dessutom ännu bättre anpassas till sådana snabbkomandon blir pennan överflödig. Ett annat alternativ vore att konstruera en inbyggd musknapp i datorn.

## **5.2 Data program**

Tre dataprogram har använts. I ett GIS program (Mapinfo) finns den digitaliserade flygbilden lagrad. Denna applikation fungerar hyfsat bra. I de fall pennan inte fungerar tar det längre tid att hantera kartan, bättre och fler snabbkomandon via tangentbordet skulle underlätta mycket. Vid några tillfällen har felmeddelandet "Floating point exception: invalid" uppkommit under loggningen av ytan. Detta felmeddelande gör att datorn måste startas om och en ny positionsbestämning av ytan göras. Detta fel är för oss oförklarligt.

Det program som sköter GPS administrationen (Markpos) fungerar inte lika bra och låser sig i bland. I de flesta fall räcker det att starta om programmet i andra fall måste datorn startas om helt. Vid dålig GPS kontakt har programmet en tendens att låsa sig när kontakten förloras. Programmet borde göras mer användarvänligt med tydliga meddelanden om vad det är som felar när kontakten försvinner.

Det tredje programmet hanterar mätdata (Fritax). Detta är Windows versionen av indelningspaketet och är utformat för indelningspaketets rutiner. Därför finns det en hel del förändringar och förbättringar som kan göras i programmets struktur med tanke på avdelningsfri inventering. Önskvärt vore om samtliga tabeller och kodlistor kunde läggas in i fritax, då slipper man problem med oläsliga papper efter regn. Vid överföring av klavträd uppkommer ibland felmeddelandet "Type mismatch" vilket leder till att detta program måste startas om. Även detta fel är hittills oförklarligt.

Sammanfattningsvis kan sägas att det bästa vore nog att använda GIS applikationen fullt ut dvs. att även lagra data i det programmet. Då undviks allt växlande mellan de olika programen. Önskvärt vore också om natur- och kulturvärden samt övrig information av speciell karaktär kan markeras och beskrivas direkt på kartan i fält.

### **5.3 GPS och RDS**

En specialbyggd kombination av en GPS Trimble SV 6 och en RDS 3000 har använts. Enheten är utprovad av Skogforsk. Eftersom inventeringen bygger på positionsbestämning är arbetsresultatet starkt beroende av hur bra GPS signalen är. Terräng och skogstyp är de mest logiska förklaringarna till dålig satellit kontakt. I raviner, svackor och sluttningar, både branta och långa, är det dålig GPS mottagning. I tät och hög skog, främst av gran kan det också vara svårt att få fullgod GPS. Under vissa tider på dagen är det sämre GPS signal och det är främst på förmiddagen mellan klockan 9 och 10. Under vissa situationer kan det vara svårt att förklara dålig GPS

med ovan nämnda faktorer varför vi tror att programmet (Markpos), datorn, kablar eller anslutningar kan orsaka driftstörningar med dålig GPS kontakt som följd.

Tekniskt fungerar utrustningen relativt bra förutom det totalhaveri av GPS enheten som drabbade en av utrustningarna. Vid ett flertal tillfällen har kontakter varit glappa. Dessa borde tillsammans med kablarna göras mer stryktåliga och skyddade. RDS har, fränsett tekniska bekymmer med kablar etc, fungerat anmärkningsfritt under hela arbetets gång. Detta beror främst på närheten till radiosändare i det område som inventerats. Två olika typer av radioantennor har använts. Den ena är en bladantenn som är kort och smidig. Den andra är en längre och mer böjlig järnstångsantenn vilken skulle ge bättre mottagning. Eftersom RDS mottagningen ändå var så god kunde ingen skillnad mellan antennerna konstateras, dock är bladantennen smidigare att använda i framförallt snårig skog. Batteriet som driver både RDS och GPS är ett blybatteri och räcker minst en arbetsdag. Hela GPS utrustningen borde kunna göras både smidigare och lättare genom att bli byta ut batteriet mot en lättare modell samt att göra höljet i ett lättare material. Kabelkontakter måste göras robustare. Säkringen bör flyttas så att den är lättare att byta och kontrollera.

#### **5.4 Ryggsäck**

Ryggsäcken är framtagen av AssiDomän. Det är en vanlig ryggsäck som är förstärkt och till viss del omgjord för att kunna användas till denna typ av utrustning. Ryggsäcken är smidig att bära och lätt att ställa in efter egna kroppsåått. Den borde dock gjorts rymligare med fler fickor som sytts utanpå ryggsäcken. Vid packning av fickorna skulle då inte utrymmet inuti säcken påverkas, vilket är fallet på nuvarande modell. Säcken bör också sys i ett helt vattentätt material så att kläder, mat och annan utrustning inte blir fuktigt. Vid ett flertal tillfällen har övre infästningen till axelremmarna lossnat vilket lätt skulle kunna åtgärdas med en spärr direkt på remmen.

### **5.5 Magplatta/datorplatta**

Magplattan är gjord i aluminium och fästs på axelremmarna med två knappar. Materialet aluminium är lätt men inte så slitstarkt. De nitar som håller ihop delarna har inte hållit och borde antingen varit fler eller av större dimension. Vid denna typ av inventering måste datorn hela tiden ligga i nedfällt läge vilket betyder att belastningen på infästningen mellan datorplatta och magplatta är stor, varför den slits mycket. Infästningsgods bör därför göras i stål.

### **5.6 Klave**

Forestor 550 dataklave av lättviktstyp har använts. Denna har fungerat i stort sett felfritt förutom under långvarigt och kraftigt regn. Då slutar avståndsmätningen att fungera vilket beror på att mikrofonen i klaven blir vattenfylld. Det är därför viktigt att skydda mikrofonen vid regn. Stativet till transpondern är en detalj som bör göras robustare. Stödbenen knäcks lätt och de kulor som håller fast varje teleskopstag lossnar varvid stagen ej kan fixeras i visst läge. Både transponder och klave är batterisnåla.

### **5.7 Höjdmätare**

Forestor Vertex höjdmätare har använts. Detta är det tekniska instrument som orsakat minst problem. Den ena transpondern har ibland inte startat sedan nålarna vikts ut. Startar man om transpondern har den dock fungerat perfekt. Detta kan bero på kontaktproblem inuti transpondern i kombination med svaga batterier. Några batterier i själva höjdmätaren har inte behövt bytas under arbetets gång.

## **5.8 Övrigt**

Den övriga inventeringsutrustningen som använts har varit av trivial typ och har ej givit upphov till anmärkningsvärda problem. Den dag som åldersmätningen kan göras elektroniskt kommer mycket tid att sparas. Vikten på utrustningen kan ses som ett problem. I detta fallet är det främst de otympliga och tunga vinkeljärnen som gör att ryggsäcken kan väga upp mot 20 kg. Lättare vinkeljärn och GPS utrustning skulle göra inventeringsjobbet mindre ansträngande.

## **6. DISKUSSION**

Användande av de tekniska hjälpmedel som beskrivits rationaliserar arbetet vid en objektiv inventering. De nackdelar som finns jämfört med traditionell inventeringsteknik är att eventuella driftstörningar blir allvarigare och ett starkare beroende skapas av att alla komponenter fungerar. Tekniska fel av den typ som uppstår på denna utrustning är svåra att åtgärda i skogen. Bristande satellitkontakt är det viktigaste exemplet på problem i arbetet som inte finns vid traditionell inventeringsmetodik. Att få möjlighet att jobba med så pass modern utrustning som vi gjort gör att det relativt enahanda arbetet känns meningsfullt och ansvarsfullt vilket leder till att motivationen höjs för att göra ett bra arbete.

GPS i kombination med GIS höjer prestationen för inventeringsarbete. Man kan göra snabbare och bättre vägval fram till provytan än vid kompassgång. Positioneringen av provytorna blir fullgod.. Eftersom RDS kontakten i området varit god har noggrannheten i positioneringen varit oväntat bra. Bristande GPS-kontakt är den främsta orsaken till avbrott i arbetet. Kan man i förväg prediktera var GPS-kontakten är bra respektive dålig, skulle mycket tid sparats genom att planera inventeringsrutten med hänsyn till GPS kvaliteten vid viss tidpunkt. Sammantaget kan sägas att vi efter denna inventering ser positivt på möjligheterna med GPS i skogsbruket. Vi tror GPS kommer att förenkla och rationalisera inventering, planering, drivning och vidaretransport i framtiden.

Vad gäller den övriga tekniska utrustningen, dvs fältdator, höjdmätare och klave, är vi positivt överraskade vad gäller fälttåligheten och de få driftsproblemen. Fältdatorns tangentbord är dock känsligt för väta och skräp och borde kapslas in bättre.

Programmen bör utformas mer ändamålsenliga och användarvänliga. Vid långvarigt regn blev skärmen svår att tyda vilket främst berodde på att skärmen släppte in vatten under ytskiktet. Dessutom kan man vid starkt solsken ofta behöva reglera skärmens ljusstyrka och kontrast. Pennan, som fungerade likt en datormus, kunde inte användas vid regn vilket orsakade tidsförluster främst då programmets snabbkommandon via tangentbordet var ologiska. Går det inte att konstruera pennan helt vattentät kanske det vore bättre att integrera en musknapp i själva datorn samt att förbättra snabbkommandona.

Vi anser att utrustningen i dagens utformning, trots de nämnda problemen, kan användas i praktiskt skogsbruk. Vi anser att vissa krav måste uppfyllas för att ge de rationaliseringsvinster som motiverar en storskalig satsning på detta system.

- ⇒ Pålitlig funktion: Man får inte bli stående i onödan pga tekniska fel eller svaga batterier. Bra teknisk support måste finnas lättillgängligt. Kabelanslutningar måste göras mer robusta. Eventuellt skulle GPS, RDS och fältdator kunna integreras i samma enhet vilket skulle ge färre kabelanslutningar.
- ⇒ Lättare utrustning: GPS och fältdator måste göras lättare. Ett förslag är att använda samma batteri för att driva GPS som fältdator. Arbete med detta system får inte upplevas som betungande och därmed ge en sämre prestation.
- ⇒ Enkel funktion: Programmen måste göras tydliga och lätta att använda. Det ska vara lätt att få svar på varför exempelvis positioneringen inte fungerar - saknas satelliter eller RDS-signal? Det skall kännas att arbetet går lättare och snabbare.

## 7. LITTERATUR

Anon. 1994. *Bruksanvisning dataklave Forestor 550*.

Anon. 1995. *The FC-486 Developer's Guide, Version 1.0. Husky Computers LTD, Coventry, England, manual.*

Anon. 1995. *The FC-486 User's Guide, Version 1.1. Husky Computers LTD, Coventry, England, manual.*

Eriksson, I och Johansson, S. 1995. *Det ljusnar för GPS i skogen*. Skogforsk, Uppsala, Resultat nr 11.

Hellström, C och Johansson, S. 1993. *Exakta positioner och arealer med GPS*. Skogforsk, Uppsala , Resultat nr13.

Hellström, C och Johansson, S. 1993. *Var går gränsen?- Arealbestämning av slutavverkning med GPS-teknik*. Skogforsk, Uppsala , Resultat nr 14.

Holmgren, P. & Thuresson, T. 1995. *Fakta skog nr 14*.

Johansson, S. 1993. *GPS i återväxtplaneringen*. Skogforsk, Uppsala, Resultat nr 6.

Rantaniemi, L. 1996. Naturvårdsinstruktion för MoDo Skog AB, internt meddelande.

Thuresson, T. 1995. *Tactical forestry planning*. Inst. f. skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå, avhandling.

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation.

Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

---

- 1995    1    Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2    Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 3    Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.
- 4    Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE.
- 5    Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.
- 1996    6    Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7    Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE.
- 8    Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9    Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 10    Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (Quercus Robur L.) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11    Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12    Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.



- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.
- 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. ISRN-SRG-AR--17--SE.
- 18 Christoffersson, P & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN-SRG-AR--18--SE.